

2020 年 1 月 10 日

## 「博士学位請求論文」審査報告書

審査委員 (主査) 商学部 専任教授

氏名 北 岡 孝 義 (印)

(副査) 商学部 専任教授

氏名 伊 藤 隆 康 (印)

(副査) 名誉教授

氏名 鈴 木 和 志 (印)

1 論文提出者 森川 泰

2 論文題名 非定常時系列データと VAR モデルによる金融政策の有効性の分析

(英文題) Non-Stationary Time Series Analysis on the Effects of Monetary Policy  
Using VAR Model

### 3 論文の構成

第 1 章 論文の目的と構成

1.1 本論文の目的

1.2 本論文の構成と要約

第 2 章 小標本のもとでの VAR モデルによるインパルス応答分析

ーレベル VAR モデルと VEC モデルー

2.1 序.

2.2 先行研究

2.3 モンテカルロ・シミュレーション

2.3.1 真のレベル VAR モデルと VEC モデルの設定

2.3.2 モンテカルロ・シミュレーションの手順

2.4 モンテカルロ・シミュレーションによる分析結果

2.4.1 レベル VAR モデルの係数パラメータの OLS 推定値のヒストグラム

2.4.2 VEC モデルの係数パラメータの OLS 推定値のヒストグラム

2.4.3	インパルス応答分析のヒストグラム
2.5	結語
補論	VAR モデルの単位根と共和分関係の係数制約
第 3 章	非定常時系列データと VAR モデルによるインパルス応答の予測誤差
3.1	序
3.2	レベル VAR モデルのインパルス応答分析
3.2.1	時系列データの特性とレベル VAR モデルの特定化
3.2.2	レベル VAR モデルの係数パラメータの OLS 推定
3.2.3	レベル VAR モデルのインパルス応答分析
3.3	コレスキー分解の安定性
3.3.1	コレスキー分解と OLS 推定
3.3.2	実際の時系列データによる確認
3.3.3	コレスキー分解の安定性
3.4	ブートストラップ法によるインパルス応答分析
3.4.1	ブートストラップ法とコレスキー分解
3.4.2	ブートストラップ・シミュレーションの結果
3.5	結語
第 4 章	量的金融緩和政策導入の背景とその内容
4.1	序
4.2	量的金融緩和政策導入の背景
4.2.1	景気の停滞とデフレ懸念の進行（1998 年～2001 年）
4.2.2	日本銀行の金融政策の変遷
4.3	第 1 期量的金融緩和政策期（2001 年 3 月～2006 年 2 月）
4.4	第 1 期量的金融緩和政策解除後（2006 年 3 月～2013 年 3 月）
4.5	第 2 期量的金融緩和政策期（2013 年 4 月～現在）
4.5.1	「量的・質的金融緩和」の導入
4.5.2	マイナス金利付き量的・質的金融緩和
4.5.3	長短金利操作付き量的・質的金融緩和
4.5.4	金融市場の動向
補論	公表文書に見る日本銀行金融政策決定会合後の金融市場調節方針
第 5 章	複数 VAR モデルによる量的金融緩和政策の総合評価
	－Hamilton アプローチ－
5.1	序
5.2	先行研究
5.3	VAR モデルとデータ
5.3.1	VAR モデル
5.3.2	データ
5.4	実証結果
5.4.1	インパルス応答分析の結果

#### 5.4.2 分析結果の要約

#### 5.4.3 頑健性(Robustness)に関する考察

### 5.5 結語

補論 消費者物価指数のインパルス応答分析の結果

## 第6章 ブートストラップ信頼区間を用いた VAR モデルによる量的金融緩和政策の評価

### 6.1 序

### 6.2 インパルス応答分析の信頼区間導出のための3つのアプローチ

### 6.3 分析の前提と手法

#### 6.3.1 ブートストラップ法と VAR モデル

#### 6.3.2 ブートストラップ法と信頼区間

#### 6.3.3 データ

### 6.4 ブートストラップ法を用いた信頼区間の導出

#### 6.4.1 VAR モデルの構成とインパルス応答分析

#### 6.4.2 ブートストラップ法によるインパルス応答分析の信頼区間

### 6.5 実証結果

#### 6.5.2 第1期の量的金融緩和期

#### 6.5.3 第2期の量的金融緩和期

### 6.6 結語

### 参考文献

## 4 論文の概要

本論文の目的は2つある。1つは非定常時系列データを用いたレベル VAR モデルによるインパルス応答の特性を明らかにすることである。もう1つはレベル VAR モデルによる金融政策の有効性を分析することである。本多・黒木・立花(2010)に代表されるように、レベル VAR モデルに基づくインパルス応答分析は、近年の量的金融緩和政策の有効性の検証の標準的な分析手法になっている。問題は、時系列データが単位根を持つ非定常時系列データの可能性が高いにもかかわらず、インパルス応答分析にレベル VAR モデルが使われている点にある。

レベル VAR モデルを使うことの正当化理由として、第一は、時系列データの非定常性を確認する単位根検定 (ADF 検定など) の検出力の低さが挙げられる<sup>1</sup>。時系列データの単位根検定は信頼できない。そうであれば、階差をとるなどして原データの情報を損なうことのないようデータをレベルのままで VAR モデルを推定する方が良いとの判断である。第二は、レベル VAR モデルの OLS 推定量の特性である。単位根を持つ時系列データのもとでもレベル VAR モデルの OLS 推定量は一致性を有する。一致性が得られるなら、単位根を持つ非定常時系列データであっても OLS 推定を使うことを問題視する必要はないとの判断である。

第一の正当化理由に関して、Gospodinov, Herrera, and Pesavento(2013)は、時系列データが単位根を持つ可能性が高い場合(near unit root)には、単位根検定や共和分検定を行った上で階差 VAR モデルや VEC モデルで分析するよりもレベル VAR モデルの方がバイアスも小さく、安定

---

<sup>1</sup> ADF 検定よりも検出力の高い検定方法として、Elliot, Rothenberg, and Stock(1996)などの方法があるが、小標本でどれほど有効か明らかではない。

した推定結果が得られることを明らかにしている。問題は第二の正当化理由である。

Phillips(1998)が証明したように、非定常時系列データの OLS 推定量が一致性を有するとしても、インパルス応答は必ずしも一致性を持つとは限らない。また、一致性は大標本の特性なので、小標本のもとの OLS 推定量やインパルス応答の特性に関しては、いまだ大方の合意が得られるほどの研究の蓄積がない。

本論文は、こうした非定常性の可能性の高いマクロ時系列データで、しかも小標本のケースにおいて、レベル VAR モデルによるインパルス応答分析がどの程度信頼できるものなのかをモンテカルロ・シミュレーション分析やブートストラップ法によって明らかにする。

本論文は、第 2 章、第 3 章からなる方法編と第 4 章、第 5 章、第 6 章からなる実証編の 2 部構成である。第 1 章は、本論文の目的と本論文の構成を説明している。以下、第 1 章を除く各章の概要を説明する。

第 2 章は、真の VAR モデル（単位根、共和分を仮定）を設定したモンテカルロ・シミュレーション分析によって、レベル VAR モデルによるインパルス応答の小標本バイアスの存在を明らかにしている。独立ショックの識別のためにコレスキー分解を想定し、変数順序(Ordering)は既知であると仮定している。サンプル数は小標本の 50、モンテカルロ・シミュレーションによるサンプリングは 10,000 回である。モンテカルロ・シミュレーション分析の結果、レベル VAR モデルによるインパルス応答は真の VAR モデルのインパルス応答より大きく乖離することを明らかにしている。モンテカルロ・シミュレーション分析では、比較のために VEC モデルについてもインパルス応答分析を行っている。

第 3 章は、第 2 章の架空のデータではなく実際のマクロ時系列データを用いて、レベル VAR モデルによるインパルス応答の小標本バイアスを検証している。実際の時系列データは、単位根や共和分の関係の可能性がある。しかし、明確なものではない。そこで、ブートストラップ法によってインパルス応答の経験分布（10,000 回のリサンプリングを行い、インパルス応答のヒストグラムを作成する）を求め、その平均値と実際のデータを用いたインパルス応答の値を比較する。分析に用いる実際のデータは、量的金融緩和政策の実施期間である 2001 年 3 月から 2006 年 2 月までの鉱工業生産指数、消費者物価指数、マネタリーベースの月次データである。サンプル数は 60 の小標本である。ブートストラップ法によるシミュレーション分析の結果、レベル VAR モデルによるインパルス応答の小標本バイアスの存在を明らかにしている。

第 4 章は、第 1 期(2001 年 3 月-2006 年 4 月)と第 2 期(2013 年 4 月から現在まで)の量的金融緩和政策導入時の経済状況と第 1 期、第 2 期の量的金融緩和政策の内容を、日本銀行の HP の金融政策の公開資料に基づき整理・解説する。第 4 章は、第 5 章、第 6 章の実証分析の背景的知識を与える章として位置付けている。

第 5 章は、日本銀行による第 1 期、第 2 期の量的金融緩和政策のマクロ経済効果を、3 つの VAR モデルで分析している。3 つの VAR モデルは、レベル VAR モデル、VEC モデル、Bayesian VAR モデルである。Hamilton(1994)は、時系列データが単位根を有し共和分関係の可能性がある場合は、複数の VAR モデルでインパルス応答分析を行い、それらの中でロバストな実証結果を信頼できる経済効果と判定するのが実践的なアプローチであると主張している。本章の実証分析は、この Hamilton のアプローチに従っている。VAR モデルを構成する変数は、鉱工業生産指数、消費者物価指数、株価、マネタリーベースの 4 変数である。実証結果は、3 つの

モデルともに、第1期の量的金融緩和政策に関しては、マネタリーベースの鉱工業生産指数、株価への効果がロバストな実証結果である。しかし、第2期の量的金融緩和政策に関しては、どのVARモデルも、マネタリーベースの効果に関して有意な結果は得られない。

第6章も第5章と同様に第1期、第2期の日本銀行による量的金融緩和政策の有効性を検証している。変数は第5章と同じ鉱工業生産指数、消費者物価指数、株価、マネタリーベースだが、実証方法としては第5章と異なりブートストラップ法によるインパルス応答のシミュレーション分析を用いている。ブートストラップ法によるインパルス応答分析の分析手順は、第3章での分析に従っている。

第6章は、第3章での分析結果を踏まえ、政策評価を判定する上でリサンプリングによるノンパラメトリックな経験分布から信頼区間を導出している。信頼区間を用いてレベルVARモデルによるインパルス応答のバイアスの大きさを明らかにしている。第6章のインパルス応答の経験分布から導出された政策効果の結果は次の通りである。第1期の量的金融緩和政策に関しては、マネタリーベースの独立ショックの株価への影響は有意な効果が認められるものの、鉱工業生産指数への効果に関しては第5章や先行研究と違って明瞭な効果は見られない。第2期は、何ら有意な結果は認められない。

## 5 論文の特質

本論文の主たる関心は、非定常の可能性のあるマクロ経済時系列データを使って、レベルVARモデルによるインパルス応答分析の問題点にある。本論文の特質も、この点に関するものである。

第1の論文の特質は、レベルVARモデルによるインパルス応答の小標本特性に焦点を当てている点である。本多・黒木・立花(2010)に代表されるように、VARモデルを使った多くの量的金融緩和政策の実証研究では、OLS推定量の一致性がレベルVARモデルを使うことを正当化する理由になっている。しかし、実際の量的金融緩和政策の分析で使われるデータ数は、金融政策のレジーム・チェンジを考慮に入れば、月次データでも高々50や60の小標本である。したがって、大標本の特性である一致性をレベルVARモデルの正当化の理由として使うことはできない。インパルス応答の小標本の特性こそが重要である。しかし、インパルス応答の小標本特性は、現在のところ十分な研究蓄積がない。レベルVARモデルによるインパルス応答の小標本特性を分析しようとしている点に本論文の特質がある。

第2の論文の特質は、インパルス応答の小標本特性を分析するために、ブートストラップ法を用いている点である。レベルVARモデルでインパルス応答を行う場合、通常、独立ショックの識別のためにVARモデルの誤差項の分散共分散行列にコレスキー分解を適用する。本論文は、コレスキー分解から得られる独立ショックのリサンプリングの実証手順を提示している。この点は本論文の独自の工夫である。本論文では、レベルVARモデルのインパルス応答を評価する上でも、ブートストラップ法を用いている。実際の時系列データを使ったレベルVARモデルのインパルス応答とブートストラップ法のリサンプリングから得られるインパルス応答の経験分布の平均値との乖離は、レベルVARモデルのインパルス応答と真のVARモデルのインパルス応答の

差の近似である<sup>2</sup>。したがって、レベル VAR モデルのインパルス応答とブートストラップ法のインパルス応答との乖離が大きければ、実際の時系列データを使ったレベル VAR モデルのインパルス応答のバイアスは大きい。したがって、レベル VAR モデルの実証結果の信頼性は低いものとなる。また、ブートストラップ法のインパルス応答の平均値だけでなく、インパルス応答の信頼区間と実際のデータに基づくレベル VAR モデルのインパルス応答との比較も、レベル VAR モデルのインパルス応答のバイアスの大きさを評価する上で重要な情報を与える。このように、本論文では、ブートストラップ法に基づくインパルス応答を、実施の時系列データを使ったレベル VAR モデルのインパルス応答の評価に用いている。この点も本論文の特質と言える。

第 3 の論文の特質は、量的金融緩和政策の有効性を検証する上で、複数の VAR モデルを使ってロバストな実証結果を探索するアプローチを試みている点である。量的金融緩和政策の有効性を VAR モデルで実証する場合、上述したように金融政策のレジーム・チェンジを考慮しなければならない。そのためにサンプル期間は量的金融緩和政策の実施期間に限定され、データ数は小標本にならざるを得ない。また、VAR モデルを構成するマクロ時系列データは、非定常時系列（単位根）で共和分の関係にある可能性が高い。これらの点を考慮して確かな実証結果を得るには、レベル VAR モデルだけでなく、小標本や非定常時系列データであってもより信頼の高い実証結果が得られる VAR モデルを用いて実証分析を重ねることが肝要である。多くの VAR モデルを使用しそれらの中からロバストな実証結果を探し出すアプローチは、Hamilton(1994)が推奨するアプローチでもある。本論文では、小標本に対応するために、事前に情報を与え(prior)パラメータ空間を制約する Bayesian VAR モデルと、非定常時系列データに対応する VEC モデルを使ってレベル VAR モデルの実証分析を補完する方法を採用している。こうした複数の VAR モデルで実証分析を重ね、それらの中でロバストな実証結果のみを信頼できる実証結果とみなすアプローチをとっている。この点も本論文の特質である。

## 6 論文の評価

本論文は、『商学研究論集』に掲載された著者の 6 本の論文の研究成果を基にしている。6 つの論文のうち直近の 3 つの論文が、本論文の研究テーマと直接関係している。博士学位請求論文を提出するにあたって、3 つの論文の内容に加筆修正を行うとともに、コレスキー分解の安定性の問題など新たな内容を加えている。本論文の第 5 章の内容は、2019 年度日本応用経済学会秋季大会で報告され、学会でも一定の評価を得た。学会報告では、特にレベル VAR モデルの小標本バイアスに関する問題点の指摘とその評価に関して、討論者やフロアからの反響も大きかった。

著者の関心は、当初、2013 年 4 月からの日本銀行による量的金融緩和政策（「大胆な金融緩和」と呼ばれる）の有効性の検証にあった。学会や日本銀行でも量的金融緩和政策の有効性の検証は、VAR モデルによる分析を中心に活発に行われた<sup>3</sup>。著者は、量的金融緩和政策の有効性の検証に関する先行文献を学習していくうちに、大きく分けて先行研究の 2 つの問題点を認識した。1 つは、量的金融緩和政策の関心が明らかに 2013 年以降の第 2 期の量的金融緩和政策にあるのに、先行研究の量的金融緩和政策の有効性の検証は、2001 年 3 月から 2006 年 2 月の第 1 期の量的金融緩和政策に集中している点である。第 1 期の量的金融緩和政策が有効だから、

<sup>2</sup> 例えば、Fox(2003)参照。

<sup>3</sup> VAR モデルによる量的金融緩和政策の有効性の検証に関する先行研究の展望は、鶴飼(2006)を参照。

2013 年以降の第 2 期の量的金融緩和政策も有効だと言うわけである。しかし、第 1 期と第 2 期は同じ量的金融緩和政策であっても、背景となる経済状況も異なれば中央銀行のスタンスも大きく異なる。むしろまったく別の金融政策であると理解した方が良い。そのためには別の実証分析が必要である。もう 1 つは、先行研究の多くがレベル VAR モデルを使って実証分析を行っている点である。レベル VAR モデルを用いることは、マクロ時系列データが非定常時系列である場合は統計的に問題である。既存の実証研究の多くはこの点に関する配慮がない。本論文は、以上の既存研究に対する問題意識を出発点としている。

量的金融緩和政策の有効性の検証に関して、本論文は第 1 期の量的金融緩和政策と第 2 期の量的金融緩和政策を別個の政策とみなし、サンプル期間を分けて検証している。複数の VAR モデルによる検証、ブートストラップ法による検証の結果は、第 1 期の量的金融緩和政策に関しては、多くの先行研究が指摘している通り、マネタリーベースの株価への効果は確認されたものの、実体経済への効果に関しては分析方法に依存する。しかし、第 2 期の量的金融緩和政策に関しては、まったく有効でないとの分析結果を得ている。本論文のように、第 1 期と第 2 期の量的金融緩和政策に関して、正確に期間を分けて分析している点は、本論文の独自の貢献であり評価できる。

また、非定常の可能性のあるマクロ時系列データを用いたレベル VAR モデルのインパルス応答を評価する上で、VAR モデルにブートストラップ法を適用している点は、大変興味深く発展性のある分析である。この点は、本論文の貢献であり評価に値する。実際の時系列データを使ったレベル VAR モデルのインパルス応答とブートストラップ法に基づくインパルス応答の平均値との乖離は、実際の時系列データを使ったレベル VAR モデルのインパルス応答と真の VAR モデルのインパルス応答との差の近似となる。この点に注目して、ブートストラップ法に基づくインパルス応答を、実際の時系列データを使ったレベル VAR モデルのインパルス応答の評価に使っている。また、レベル VAR モデルのインパルス応答のバイアスの大きさを評価する方法として、ブートストラップ法から得られる経験分布の信頼区間を使っている。こうした評価方法は、実際の時系列データを用いた場合のインパルス応答の一般的な評価方法となり得る発展性がある。

本論文は、特定の変数順序のもとでのコレスキー分解から得られるリカーシブ制約の安定性の問題を扱っている。コレスキー分解は VAR モデルの各変数の独立ショックを識別するための短期制約の想定である。VAR モデルの残差系列の分散共分散行列にコレスキー分解を適用し、一意に独立ショックの推計系列を求める。本論文は、コレスキー分解によって一意に得られる残差項のリカーシブ制約式の係数は、リカーシブ制約式の残差項を独立ショックで OLS 回帰した回帰係数の推定値と同じであることを証明している。OLS 回帰を行い各係数の統計的有意性を調べることによってリカーシブ制約の安定性を確認できる。OLS 回帰の結果、変数の順序によってはコレスキー分解から得られるリカーシブ制約式すべてが統計的に有意とは言えないと主張している。リカーシブ制約の安定性の問題は、審査委員全員がもっとも高く評価した点である。コレスキー分解のリカーシブ制約の統計的有意性を確認できる方法を提示している点は、本論文の大きな貢献であり評価に値する。

本論文の評価とともに問題点も指摘できる。本論文はレベル VAR モデルによる金融政策の有効性を分析する上で、VAR モデルによるインパルス応答分析へのブートストラップ法の適用や

コレスキー分解の安定性の問題などいくつかの新しい試みを提案している。しかし、それらは提案の域を出ない。本論文で提案した方法を確立するためには、一層の実証分析の積み重ねが必要である。また、論文全体の繋がりが明確でない点も問題点として指摘できる。例えば、一方で第3章や第6章でのブートストラップ法によるレベルVARモデルのインパルス応答の評価を行っているが、その評価方法が第5章の複数のVARモデルでのロバストな実証結果の探索の提案とどう繋がっているのか明確ではない。また、ブートストラップ法によるインパルス応答の経験分布の形状全体に関する情報があれば、分析結果をもっと理解しやすくなる。以上の問題は今後の課題である。

## 7 論文の判定

本学位請求論文は、商学研究科において必要な研究指導を受けたうえ提出されたものであり、本学学位規程の手続きに従い、審査委員全員による所定の審査及び最終試験に合格したので、博士（商学）の学位を授与するに値するものと判定する。

以 上